

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. Juni 2005 (09.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/051947 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C07D 417/06**, 411/06, C07C 259/00, A61K 31/41, 31/435

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/013451

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. November 2004 (26.11.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 55 223.5 26. November 2003 (26.11.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PFLANZENBIO-CHEMIE (IPB)** [DE/DE]; Weinberg 3, 06120 Halle (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WEISSJOHANN, Ludger, A.** [DE/DE]; Kleiststrasse 1, 06114 Halle/Saale (DE). **EICHELBERGER, Uwe** [DE/DE]; Alte Dorfstr.15 a, 04509 Priester (DE). **TRAN THI PHUONG, Thao** [VN/VN]; Thai Ha Street, Dong Da Ha Noi (VN).

(74) Anwalt: **HAMMER, Jens**; Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwahnhäusser, Maximilianstrasse 58, 80538 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

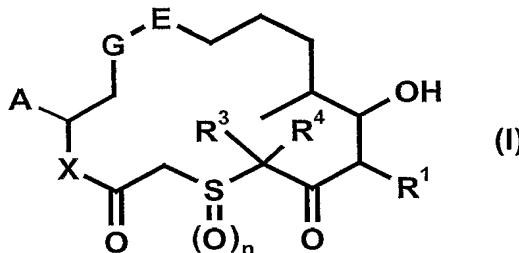
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: THIAEPOTHILONE FOR TREATING CANCEROUS DISEASES

(54) Bezeichnung: THIAEPOTHILONE ZUR BEHANDLUNG VON KREBSEKRANKUNGEN

(57) Abstract: The invention relates to novel macrocycles of general formula (I) and to the use thereof for treating cancerous diseases.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft neue Makrocyclen der allgemeinen Formel (I) sowie deren Verwendung zur Behandlung von Krebserkrankungen.



WO 2005/051947 A1

THIAEPOTHILONE ZUR BEHANDLUNG VON KREBSEKRANKUNGEN

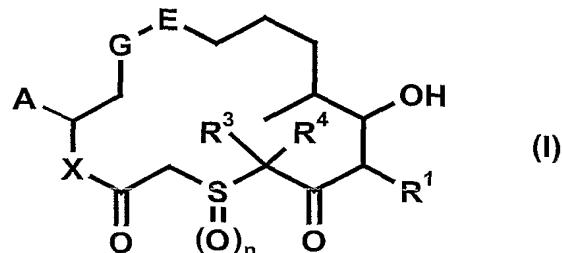
5 Epothilone (DE 4138042) sind Naturstoffe mit außerordentlicher biologischer Wirkung, z.B. als Mitosehemmer, Mikrotubuli-modifizierende Agenzien, Cytotoxica oder Fungizide. Insbesondere verfügen sie über Paclitaxel-ähnliche Eigenschaften und übertreffen 10 Paclitaxel (Taxol[®]) in einigen Tests noch an Aktivität. Einige Derivate befinden sich derzeit in klinischen Studien zur Behandlung von Krebsleiden (Nicolaou et al. Angew. Chem. Int. Ed. 1998, 37, 2014-2045; Flörsheimer et al. Expert Opin. Ther. Patents 2001, 11, 951-968).

15

Ziel der vorliegenden Erfindung war es, neue epothilonartige Derivate bereitzustellen, die ein besseres Profil bezüglich ihres präklinischen und klinischen Entwicklungspotentials aufweisen.

20

Die vorliegende Erfindung betrifft Verbindungen der allgemeinen Formel (I):

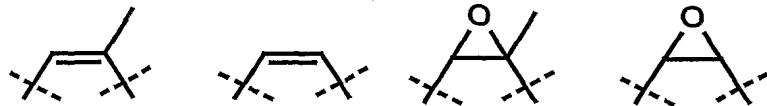


25 worin

A ein Heteroalkyl-, ein Heterocycloalkyl-, ein Heteroalkylcycloalkyl-, ein Heteroaryl- oder ein

Heteroarylalkylrest ist, bevorzugt ein Heteroarylalkylrest oder ein Heteroarylrest,

G-E aus folgenden Gruppen ausgewählt ist,



5

oder Teil eines gegebenenfalls substituierten Cyclopropylrings ist, wobei die bevorzugte Methylgruppe auch durch eine andere Alkygruppe ersetzt sein kann, wobei die Gruppe $-(CH)=C(Me)-$ bevorzugt ist,

10

n gleich 0, 1 oder 2 ist,

15 R^1 Wasserstoff, eine C_1-C_4 -Alkyl- oder eine C_3-C_4 -Cycloalkylgruppe ist, bevorzugt eine C_1-C_4 -Alkyl- oder eine C_3-C_4 -Cycloalkylgruppe, insbesondere bevorzugt eine Methylgruppe,

20 X ein Sauerstoffatom oder eine Gruppe der Formel NR^2 ist, wobei R^2 ein Wasserstoffatom, OH, NH_2 , $NH(Alkyl)$, $N(Alkyl)_2$, ein Alkyl-, Alkenyl-, Alkinyl-, Heteroalkyl-, Aryl-, Heteroaryl-, Cycloalkyl-, Alkylcycloalkyl-, Heteroalkylcycloalkyl-, Heterocyclo-alkyl-, Aralkyl- oder ein Heteroaralkylrest ist und

25 R^3 und R^4 unabhängig voneinander ein Wasserstoffatom, eine C_1-C_4 -Alkylgruppe oder zusammen Teil einer Cycloalkylgruppe mit 3 oder 4 Ringatomen sind, bevorzugt C_1-C_4 -Alkylgruppe, besonders bevorzugt Methyl,

oder ein pharmakologisch akzeptables Salz, Solvat, Hydrat oder eine pharmakologisch akzeptable Formulierung derselben.

5 Der Ausdruck Alkyl bezieht sich auf eine gesättigte, geradkettige oder verzweigte Kohlenwasserstoffgruppe, die 1 bis 20 Kohlenstoffatome, vorzugsweise 1 bis 12 Kohlenstoffatome, besonders bevorzugt 1 bis 6 (d.h. 1, 2, 3, 4, 5 oder 6) Kohlenstoffatome aufweist, z.B. die Methyl-, 10 Ethyl-, Isopropyl-, Isobutyl-, tert-Butyl, n-Hexyl-, 2,2-Dimethylbutyl- oder n-Octylgruppe.

Die Ausdrücke Alkenyl und Alkinyl beziehen sich auf zumindest teilweise ungesättigte, geradkettige oder verzweigte Kohlenwasserstoffgruppen, die 2 bis 20 Kohlenstoffatome, vorzugsweise 2 bis 12 Kohlenstoffatome, besonders bevorzugt 2 bis 6 (d.h. 2, 3, 4, 5 oder 6) Kohlenstoffatome aufweisen, z. B. die Allyl-, Acetylenyl-, Propargyl-, Isoprenyl- oder Hex-2-enyl-Gruppe.

20 Der Ausdruck Heteroalkyl bezieht sich auf eine Alkyl-, eine Alkenyl- oder eine Alkinyl-Gruppe, wie vorstehend definiert, in der ein oder mehrere (bevorzugt 1, 2 oder 3) Kohlenstoffatome durch ein Sauerstoff-, Stickstoff-, 25 Phosphor-, Bor- oder Schwefelatom ersetzt sind (bevorzugt Sauerstoff, Schwefel oder Stickstoff), z.B. eine Alkyloxy-Gruppe wie z.B. Methoxy oder Ethoxy, oder eine Methoxymethyl-, Nitril-, Methylcarboxyalkylester- oder 2,3-Dioxyethyl-Gruppe. Der Ausdruck Heteroalkyl bezieht 30 sich des weiteren auf eine Carbonsäure oder eine von einer Carbonsäure abgeleitete Gruppe wie z. B. Acyl, Acyloxy, Carboxyalkyl, Carboxyalkylester z.B. Methyl-

carboxyalkylester, Carboxy-alkylamid, Alkoxycarbonyl oder Alkoxycarbonyloxy.

Der Ausdruck Cycloalkyl bzw. Cyclo- bezieht sich auf eine 5 gesättigte oder teilweise ungesättigte cyclische Gruppe, die einen oder mehrere Ringe aufweist, bevorzugt 1 oder 2 Ringe), die ein Gerüst bilden, welches 3 bis 14 Kohlenstoffatome, vorzugsweise 3 bis 10 Kohlenstoffatome enthält, z.B. die Cyclopropyl-, Cyclohexyl-, Tetralin- 10 oder Cyclohex-2-enyl-Gruppe.

Der Ausdruck Heterocycloalkyl bzw. Heterocyclo- bezieht sich auf eine Cycloalkylgruppe wie oben definiert, in der ein oder mehrere (bevorzugt 1, 2 oder 3) Kohlenstoffatome 15 durch ein Sauerstoff-, Stickstoff-, Phosphor- oder Schwefelatom ersetzt sind (bevorzugt Sauerstoff, Schwefel oder Stickstoff) und kann beispielsweise für die Piperidin-, Morpholin-, Tetrahydrofuran-, Tetrahydrothiophen-, N-Methylpiperazin- oder N-Phenylpiperazin-Gruppe stehen.

20 Die Ausdrücke Alkylcycloalkyl bzw. Heteroalkylcycloalkyl beziehen sich auf Gruppen, die entsprechend den obigen Definitonen sowohl Cycloalkyl- bzw. Heterocycloalkyl- wie auch Alkyl-, Alkenyl-, Alkinyl- und/oder 25 Heteroalkylgruppen enthalten.

Der Ausdruck Aryl bzw. Ar bezieht sich auf eine aromatische Gruppe, die einen oder mehrere Ringe hat, bevorzugt 1 oder 2, und durch ein Gerüst gebildet wird, 30 das 5 bis 14 Kohlenstoffatome, vorzugsweise 5 oder 6 bis 10 Kohlenstoffatome enthält z.B. eine Phenyl-, Naphthyl-, 2-, 3- oder 4-Methoxyphenyl-, 2-, 3- oder

4-Ethoxyphenyl-, 4-Carboxyphenylalkyl- oder
4-Hydroxyphenyl-Gruppe.

Der Ausdruck **Heteroaryl** bezieht sich auf eine Aryl-
5 Gruppe, in der ein oder mehrere (bevorzugt 1, 2 oder 3) Kohlenstoffatome durch ein Sauerstoff-, Stickstoff-, Phosphor- oder Schwefelatom (bevorzugt Sauerstoff, Schwefel oder Stickstoff) ersetzt sind, z.B. die 4-Pyridyl-, 2-Imidazolyl-, 3-Pyrazolyl-, Oxazolyl-,
10 Thiazolyl-, Thiophen- und Isochinolinyl-Gruppe.

Die Ausdrücke **Aralkyl** bzw. **Heteroaralkyl** beziehen sich auf Gruppen, die entsprechend den obigen Definitionen sowohl **Aryl**- bzw. **Heteroaryl**- wie auch **Alkyl**-, **Alkenyl**-,
15 **Alkinyl**- und/oder **Heteroalkyl**- und/oder **Cycloalkyl**- und/oder **Heterocycloalkylgruppen** enthalten, z.B. die Tetrahydroisochinolinyl-, Benzyl-, 2- oder 3-Ethyl-indolyl- oder 4-Methylpyridino-Gruppe.

20 Die Ausdrücke **Alkyl**, **Alkenyl**, **Alkinyl**, **Heteroalkyl**, **Cycloalkyl**, **Heterocycloalkyl**, **Aryl**, **Heteroaryl**, **Aralkyl** und **Heteroaralkyl** umfassen die nichtsubstituierten Gruppen aber auch die jeweiligen Gruppen in substituierter Form. Diese substituierten Gruppen, ggf. 25 gekennzeichnet durch den Ausdruck "gegebenenfalls substituiert" beziehen sich auf Gruppen, in denen ein oder mehrere Wasserstoffatome (bevorzugt 1, 2 oder 3, insbesondere 1 oder 2) solcher Gruppen durch Fluor-, Chlor-, Brom- oder Jodatome oder OH, SH, NH₂ oder NO₂- Gruppen ersetzt sind. Diese Ausdrücke beziehen sich weiterhin auf Gruppen, die mit unsubstituierten **Alkyl**-,
30 **Alkenyl**-, **Alkinyl**-, **Heteroalkyl**-, **Cycloalkyl**-, **Heterocycloalkyl**-, **Aryl**-, **Heteroaryl**-, **Aralkyl**- oder

Heteroaralkyl-Gruppen substituiert sind (bevorzugt sind Alkyl-, Alkenyl-, Alkinyl-, und Arylgruppen) (d.h. es sind ein oder mehrere Wasserstoffatome (bevorzugt 1, 2 oder 3, insbesondere 1 oder 2) durch diese Gruppen 5 ersetzt), wobei diese wie vorstehend definiert sind.

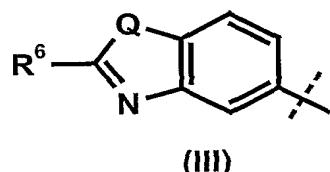
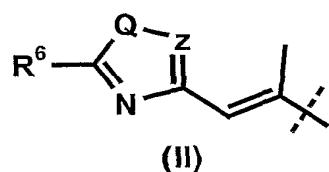
Verbindungen der Formel (I) können aufgrund ihrer Substitution ein oder mehrere Chiralitätszentren enthalten. Die vorliegende Erfindung umfasst daher sowohl 10 alle reinen Enantiomere und alle reinen Diastereomere, als auch deren Gemische in jedem Mischungsverhältnis. Des weiteren sind von der vorliegenden Erfindung auch alle cis/trans-Isomeren der Verbindungen der allgemeinen Formel (I) sowie Gemische davon umfasst.

15

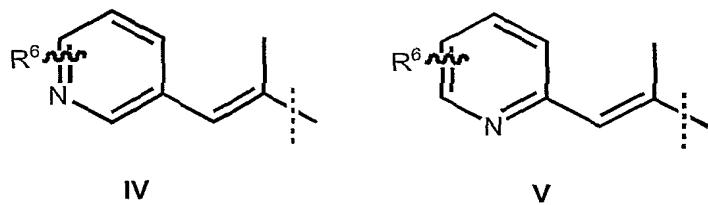
Bevorzugt sind Verbindungen der Formel (I) wobei A eine Gruppe der Formel $-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHR}^5$, $-\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)=\text{CHR}^5$, $-\text{C}(\text{Cl})=\text{CHR}^5$ oder $-\text{CH}=\text{CHR}^5$ ist, wobei R^5 ein Heteroaryl- oder ein Heteroarylalkylrest ist.

20

Des weiteren bevorzugt sind Verbindungen der Formel (I) wobei A die allgemeine Formel (II) bis (V), bevorzugt (II) oder (III) aufweist:



25



wobei Q ein Schwefelatom, ein Sauerstoffatom oder eine Gruppe der Formel NR⁷ ist, wobei R⁷ ein Wasserstoffatom, 5 eine C₁-C₄-Alkylgruppe oder eine C₁-C₄-Heteroalkylgruppe ist, z ein Stickstoffatom oder eine CH-Gruppe ist und R⁶ eine Gruppe der Formel OR⁸ oder NHR⁸, eine Alkyl-, Alkenyl, Alkinyl- oder eine Heteroalkylgruppe (bevorzugt eine Gruppe der Formel CH₂OR⁸ oder CH₂NHR⁸) ist, wobei R⁸ 10 ein Wasserstoffatom, eine C₁-C₄-Alkylgruppe oder eine C₁-C₄-Heteroalkylgruppe (bevorzugt ein Wasserstoffatom) ist. Bevorzugt sind die Gruppen (II), (III) sowie (V), insbesondere die Gruppe (II). R⁶ ist bevorzugt eine Alkylgruppe, insbesondere Methyl.

15

Besonders bevorzugt ist z. eine CH-Gruppe.

Wiederum bevorzugt sind Verbindungen der Formel (I) wobei Q ein Schwefelatom oder ein Sauerstoffatom ist, insbesondere ein schwefelatom, bevorzugt in der Gruppe (III).

Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel (I) wobei R^6 eine Gruppe der Formel CH_3 , CH_2OH oder CH_2NH_2 ist.

Weiter bevorzugt ist R^2 ein Wasserstoffatom oder eine C_1 - C_4 -Alkylgruppe (besonders bevorzugt ein Wasserstoffatom).

Des weiteren bevorzugt sind Verbindungen der Formel (I) wobei X ein Sauerstoffatom ist.

Ausserdem ist R¹ bevorzugt eine Methyl, Ethyl oder eine 5 Propylgruppe; besonders bevorzugt eine Methylgruppe.

Wiederum bevorzugt sind R³ und R⁴ Methylgruppen.

Beispiele für pharmakologisch akzeptable Salze der 10 Verbindungen der Formel (I) sind Salze (oder Mischsalze) von physiologisch akzeptablen Mineralsäuren wie Salzsäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure oder Salze von organischen Säuren wie Methansulfonsäure, p-Toluolsulfonsäure, Milchsäure, Essigsäure, Tri- 15 fluoressigsäure, Zitronensäure, Bernsteinsäure, Fumarsäure, Maleinsäure und Salicylsäure. Verbindungen der Formel (I) können solvatisiert, insbesondere hydratisiert sein. Die Hydratisierung kann z.B. während des Herstellungsverfahrens oder als Folge der hygroskopischen 20 Natur der anfänglich wasserfreien Verbindungen der Formel (I) auftreten. Wenn die Verbindungen der Formel (I) asymmetrische C-Atome enthalten, können sie entweder als 25 achirale Verbindungen, Diastereomeren-Gemische, Gemische von Enantiomeren oder als optisch reine Verbindungen vorliegen. Des weiteren sind von der vorliegenden Erfindung auch alle cis/trans-Isomeren der vorliegenden Verbindungen der allgemeinen Formel (I) sowie Gemische davon umfasst.

30 Die pharmazeutischen Zusammensetzungen gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten mindestens eine Verbindung der Formel (I) als Wirkstoff und fakultativ Trägerstoffe und/oder Adjuvantien.

Die Pro-Drugs (siehe z. B. R. B. Silverman, Medizinische Chemie, VCH Weinheim, 1995, Kapitel 8, S. 361ff), die ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind, 5 bestehen aus einer Verbindung der Formel (I) und mindestens einer pharmakologisch akzeptablen Schutzgruppe, die unter physiologischen Bedingungen abgespalten wird, z.B. einer Alkoxy-, Aralkyloxy-, Acyl- oder Acyloxy-Gruppe, wie z.B. einer Ethoxy-, Benzyloxy-, 10 Acetyl- oder Acetyloxy-Gruppe.

Die therapeutische Verwendung der Verbindungen der Formel (I), ihrer pharmakologisch akzeptablen Salze bzw. Solvate und Hydrate sowie Formulierungen und pharmazeutischen 15 Zusammensetzungen liegt ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Erfindung.

Auch die Verwendung dieser Wirkstoffe zur Herstellung von Arzneimitteln zur Behandlung von Krebserkrankungen ist 20 Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Im allgemeinen werden Verbindungen der Formel (I) unter Anwendung der bekannten und akzeptablen Modi, entweder einzeln oder in Kombination mit einem beliebigen anderen therapeutischen Mittel verabreicht. Solche therapeutisch nützlichen 25 Mittel können auf einem der folgenden Wege verabreicht werden: oral, z.B. als Dragees, überzogene Tabletten, Pillen, Halbfeststoffe, weiche oder harte Kapseln, Lösungen, Emulsionen oder Suspensionen; parenteral, z.B. als injizierbare Lösung; rektal als Suppositorien; durch 30 Inhalation, z.B. als Pulverformulierung oder Spray, transdermal oder intranasal. Zur Herstellung solcher Tabletten, Pillen, Halbfeststoffe, überzogenen Tabletten, Dragees und harten Gelatinekapseln kann das therapeutisch

verwendbare Produkt mit pharmakologisch inerten, anorganischen oder organischen Arznei-mittelträgersubstanzen vermischt werden, z.B. mit Lactose, Sucrose, Glucose, Gelatine, Malz, Silicagel, 5 Stärke oder Derivaten derselben, Talkum, Stearinsäure oder ihren Salzen, Trockenmagermilch und dgl. Zur Herstellung von weichen Kapseln kann man Arzneimittelträgerstoffe wie z.B. pflanzliche Öle, Petroleum, tierische oder synthetische Öle, Wachs, Fett, Polyole einsetzen. 10 Zur Herstellung von flüssigen Lösungen und Sirups kann man Arzneimittelträgerstoffe wie z.B. Wasser, Alkohole, wäßrige Salzlösung, wäßrige Dextrose, Polyole, Glycerin, pflanzliche Öle, Petroleum, tierische oder synthetische Öle verwenden. Für Suppositorien kann man Arzneimittel-15 trägerstoffe wie z.B. pflanzliche Öle, Petroleum, tierische oder synthetische Öle, Wachs, Fett und Polyole verwenden. Für Aerosol-Formulierungen kann man kompri-mierte Gase, die für diesen Zweck geeignet sind, wie z.B. Sauerstoff, Stickstoff, Edelgase und Kohlendioxid 20 einsetzen. Die pharmazeutisch verwendbaren Mittel können auch Zusatzstoffe zur Konservierung, Stabilisierung, Emulgatoren, Süßstoffe, Aromastoffe, Salze zur Veränderung des osmotischen Drucks, Puffer, Umhüllungszu-satzstoffe und Antioxidantien enthalten. 25 Kombinationen mit anderen therapeutischen Mitteln können weitere Wirkstoffe beinhalten, die gewöhnlich zur Be-handlung von Krebserkrankungen eingesetzt werden. 30 Zur Behandlung von Krebserkrankungen kann die Dosis der erfindungsgemäßen biologisch aktiven Verbindung innerhalb breiter Grenzen variiieren und kann auf den individuellen Bedarf eingestellt werden. Im allgemeinen ist eine Dosis

von 1 μ g bis 100 mg/kg Körpergewicht pro Tag geeignet, wobei eine bevorzugte Dosis 10 μ g bis 25 mg/kg pro Tag ist. In geeigneten Fällen kann die Dosis auch unter oder über den oben angegebenen Werten liegen.

5

Beispiele

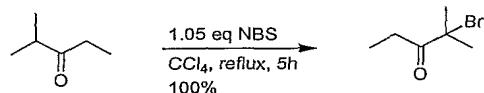
Die Synthese des "northern half alcohol" ist in WO0232844
10 beschrieben

Baustein A (Südhälfte)

A1)

15

2-Brom-2-methyl-pentan-3-on



20 2-Methyl-3-pentanon (10g, 100 mmol) wird in CCl_4 (50 ml) gelöst und mit NBS (18.7 g, 105 mmol) und einer katalytische Menge AIBN versetzt. Die Mischung wird 5 h bei rt unter Bestrahlung mit einer 100 W Lichtquelle gerührt. Der entstandene Feststoff wird abfiltriert und 25 das Filtrat mit Wasser (2 x 20 ml), NaHCO_3 (1 x 20 ml) und wiederum mit Wasser (2 x 20 ml) gewaschen. Trocknen über Na_2SO_4 und Abziehen des Lösungsmittels im Vakuum ergeben das Rohprodukt als gelbes Öl, welches durch Säulenchromatographie (PE : EE 25:1) gereinigt wird.

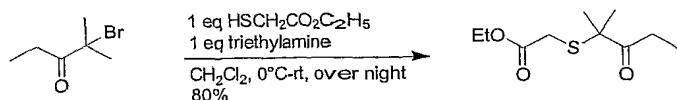
30

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): $\delta = 1.13$ (t, $J=7.4$ Hz, 3H), 1.87 (s, 6H), 2.85 (q, $J=7.4$ Hz, 2H)

35

A2)

(1,1-Dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäureethylester



5

Zu einer Lösung von 2-Brom-2-methyl-pentan-3-on (A1) (13.5 g, 75 mmol) in CH_2Cl_2 (400 ml) und NEt_3 (7.57 g,

10

10.42 ml, 75 mmol) wird unter Rühren bei 0°C langsam eine Lösung von 2-Mercaptoessigsäureethylester (9 g, 8.2 ml, 75 mmol) in CH_2Cl_2 (40 ml) zugetropft. Es wird 3 h bei 0°C 15 und weitere 12 h bei RT gerührt. Die Reaktionsmischung wird mit Wasser (100 ml) und Lake (brine) (100 ml) gewaschen, über Na_2SO_4 getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum abgezogen. Das Rohprodukt wird mittels Säulenchromatographie (PE : EE 25:1) gereinigt.

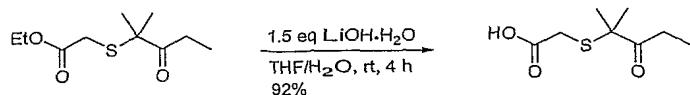
20

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): $\delta = 1.06$ (t, $J=7.0$ Hz, 3H), 1.15 (t, $J=7.0$ Hz, 3H), 1.44 (s, 6H), 2.74 (q, $J=7.4$ Hz, 2H), 3.15 (s, 2H), 4.15 (q, $J=7.42$ Hz, 2H),

25

A3)

(1,1-Dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäure



30

Zu einer Lösung von (1,1-Dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäureethylester (A2) (18 g, 82 mmol) in einem THF/ H_2O -Gemisch (400 ml 3:1) wird LiOH (6.88 g, 164 mmol) gegeben und die Mischung für 4 h bei rt gerührt. Es wird mit Wasser (100 ml) verdünnt und die Mischung mit HCl auf

35

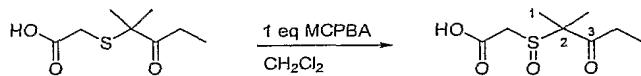
pH 2 angesäuert. Die wässrige Phase wird mit Et_2O (2 x 100 ml) extrahiert und die vereinigten org. Phasen mit Wasser (100 ml) gewaschen, über Na_2SO_4 getrocknet und im Vakuum eingeengt. Das Rohprodukt wird mittels 5 Säulenchromatographie (PE : EE 1:1 + 1% Essigsäure) gereinigt.

10 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ = 1.05 (t, $J=7.0$ Hz, 3H), 1.25 (s, 1H), 1.47 (s, 6H), 2.73 (q, $J=7.0$ Hz, 2H), 3.21 (s, 2H)

A4)

(2-Methyl-3-oxo-pentan-2-sulfinyl)-essigsäure (TPT 173)

15



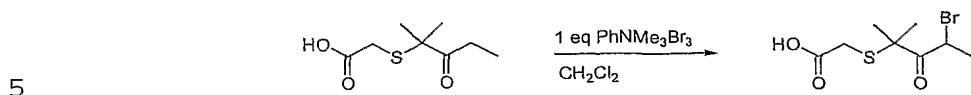
20 Zu einer Lösung von (1,1-Dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäure (A3) (0.25 g, 1.32 mmol) in CH_2Cl_2 (5 ml) wird Metachlorperbenzoësäure (0.23 g, 1.32 mmol) gegeben und die Mischung bei 0°C für 3 h gerührt. Es wird mit Wasser (5 ml) verdünnt, mit Essigsäure angesäuert und mit Ethylacetat (3 x 10 ml) extrahiert. Die organische Phase wird über Na_2SO_4 getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum abgezogen. Das Rohprodukt wird mittels 25 Säulenchromatographie (PE : EE 1:1 + 1% Essigsäure) gereinigt.

30 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CDCl_3): δ = 0.98-1.05 (m, 3H, CH_3 -5), 1.43, 1.48 (2 x s, 6H, CH_3 -1, 2- CH_3), 2.53-2.79 (m, 2H, CH_2 -4), 3.37, 3.54 (2 x d, 2H, SCH_2), 8.82 (bs, 1H, OH) $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_4\text{S}$ (206.26, 206.06), HRMS: ber. $(\text{M}+\text{Na})^+$ 229.0505, gef. 229.0510

35

A5)

(3-Brom-1,1-dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäure (DUE 214)



Zu einer Lösung von (1,1-Dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäure (A3) (0.3 g, 1.58 mmol) in CH_2Cl_2 (10 ml) wird $\text{PhNMe}_3^+\text{Br}^-$ (0.62 g, 1.66 mmol) gegeben und die Mischung für 20 min bei 0°C und weitere 60 min bei RT gerührt. Es wird Wasser (20 ml) zugefügt, mit Et_2O (3 x 30 ml) extrahiert und die organische Phase mit HCl (1N, 30 ml) und brine (30 ml) gewaschen. Trocknen über Na_2SO_4 und Entfernen des Lösungsmittels im Vakuum ergeben das Rohprodukt, welches durch Säulenchromatographie (PE : EE 1:1 + 1% Essigsäure) gereinigt wird.

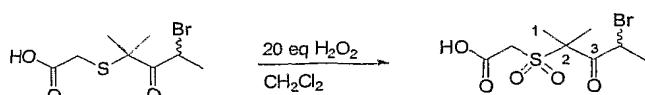
20 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CDCl_3): $\delta = 1.15, 1.64$ (2 x s, 6H, $1-(\text{CH}_3)_2$), 1.81 (d, 3H, CH_3-4), 3.18 (dd, 2H, SCH_2), 5.07 (q, 1H, $\text{CH}-3$)

25 $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{BrO}_3\text{S}$ (269.16, 267.98), HRMS: ber. $(\text{M}+\text{Na})^+$ 290.9661, gef. 290.9669

25 A6)

(4-Brom-2-methyl-3-oxo-pentan-2-sulfonyl)-essigsäure (TPT141_1)

30



35

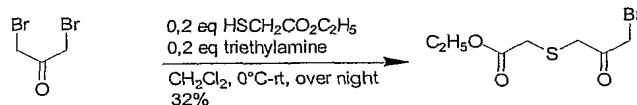
Zu einer Lösung von (3-Brom-1,1-dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäure (A5) (0.77 g, 2.9 mmol) in Essigsäure (6 ml) wird 30 % H_2O_2 (1.91 g, 5.74 ml, 56 mmol) zugegeben und die Mischung 4 h bei RT gerührt. Es

wird mit Ethylacetat (3 x 10 ml) extrahiert, über Na_2SO_4 getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum abgezogen. Das Rohprodukt wird mittels Säulenchromatographie (PE : EE 1:1 + 1% Essigsäure) gereinigt.

5 $^1\text{H-NMR}$ (300 MHz, CDCl_3): $\delta = 1.77, 1.97$ (2 x s, 6H, CH_3 -1, 2- CH_3), 1.80 (d, 3H, CH_3 -5), 4.03, 4.20 (2 x d, 2H, SO_2CH_2), 4.74 (bs, 1H, OH), 4.92 (q, 1H, CH-4)
 $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{BrO}_5\text{S}$ (301.15, 299.97), ESI-MS: (M-H) 299.03

10 A7)

(2-Oxo-propylsulfanyl)-essigsäureethylester



15 Entsprechend Vorschrift A2 wird ein Überschuss Dibromacetone (sehr tränendenreizend) umgesetzt. Die resultierende Verbindung ist sehr hydrolyseempfindlich und sollte möglichst wasserfrei und bei tiefer Temperatur aufbewahrt werden.

20

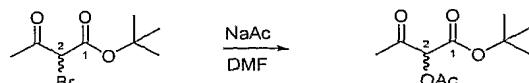
$\text{C}_7\text{H}_{11}\text{BrO}_3\text{S}$ (254) - gef. 255 (M+H)

25 **Baustein B (Nordhälfte)**

B1)

tert-Butyl 2-acetoxyacetoacetat

30



Zu einer Suspension von Natriumacetat (30.76 g, 375 mmol) in DMF (250 mL) wird tropfenweise *tert*-Butyl 2-bromoacetoacetat (59.27 g, 250 mmol) gegeben. Nach 90

35

5 minütigem Rühren bei RT wird Wasser (415 ml) zugefügt und mit Ethylacetat (3 x 325 ml) extrahiert. Die vereinigten organischen Extrakte werden mit Wasser (3 x 325 ml) und brine (325 ml) gewaschen, über Na_2SO_4 getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum abgezogen. Das resultierende Öl wird durch Destillation (12 mbar, 128°) gereinigt.

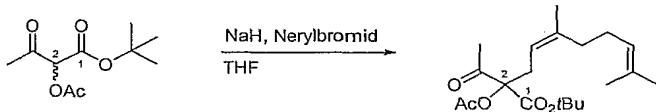
10 $^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3): δ = 1.50 (s, 9H, $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 2.22 (s, 3H, CH_3COO), 2.34 (s, 3H, CH_3CO), 5.41 (s, 1H, CH) ppm $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_5$ (216.23, 216.10), MS (CI): m/z (%) = 117 (19), 143 (12), 161 (100), 205 (43), 207 (12), 217 (18); HRMS: ber. (MH^+) 217.1076, gef. 217.1046.

15

B2)

Z-2-Acetoxy-2-acetyl-5,9-dimethyl-deca-4,8-dien-säure-tert-butylester

20



25

tert-Butyl 2-acetoxyacetacetat (B1) (19.5 g, 90 mmol) wird bei 0°C tropfenweise zu einer gerührten Suspension von NaH (2.59 g, 108 mmol) in THF (180 mL) gegeben. Nach beendeter Gasentwicklung wird Neryl bromid (19.6 g, 90 mmol) ebenfalls tropfenweise bei 0°C zugefügt und die Mischung für weitere 16 h bei RT gerührt. Es wird mit Et_2O (750 mL) verdünnt, mit Wasser (3x200 mL) und brine (1x200 mL) gewaschen, über Na_2SO_4 getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Das Rohprodukt kann ohne weitere Reingungsschritte weiterverwendet werden.

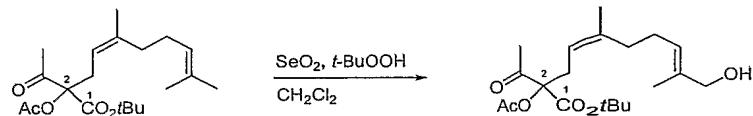
30

35 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ = 1.46 (s, 9H, $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 1.60 (s, 3H, $=\text{C}(\text{CH}_3)$), 1.68 (s, 3H, $=\text{C}(\text{CH}_3)$), 1.70 (s, 3H, $=\text{C}(\text{CH}_3)$), 2.00-2.05 (m, 4H, CH_2-6 , CH_2-7), 2.16 (s, 3H, CH_3COO), 2.31 (s, 3H, CH_3CO), 2.82-2.87 (m, 2H, CH_2-3), 5.00-5.09 (m, 2H, $\text{CH}-4$, $\text{CH}-8$) ppm.
 MS (CI): m/z (%) = 353 (13) (MH^+), 298 (21), 297 (100), 279 (14), 255 (10), 253 (13), 237 (27), 219 (20), 209 (65), 193 (10), 175 (6), 153 (7), 137 (16); HRMS: ber. (MH^+) 353.2328, gef. 353.2324.

B3)

(4Z, 8E)-2-Acetoxy-2-acetyl-5,9-dimethyl-10-hydroxy-deca-4,8-dien-säure-tert-butylester

5



10 Selendioxidpulver (0.16 g, 1.42 mmol) wird in CH_2Cl_2 (50 mL) suspendiert und eine 70% *tert*-butylhydroperoxid Lösung (10.2 g, 79.5 mmol) zugefügt und die entstandene Mischung 30 min bei rt gerührt. Danach wird B2 (10.0 g, 28.4 mmol) zugegeben und weiter 48 h bei rt gerührt. Nach dem Einengen des Reaktionsgemisches im Vakuum wird Toluol (50 mL) zugefügt und wiederholt eingeeengt (Entfernen von *tert*-butylhydroperoxid). Der Vorgang wird 3 mal wiederholt und das erhaltene Öl durch Flashchromatographie (PE : EE 2:1) gereinigt.

15

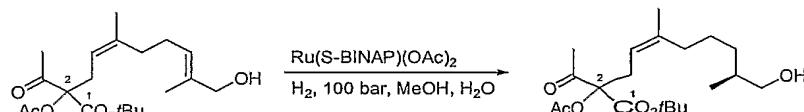
20 $^1\text{H-NMR}$ (250 MHz, CDCl_3): δ = 1.45 (s, 9H, $\text{C}(\text{CH}_3)_3$), 1.66 (s, 3H, $=\text{C}(\text{CH}_3)$), 1.71 (s, 3H, $=\text{C}(\text{CH}_3)$), 1.90-2.15 (m, 4H, CH_2 -6, CH_2 -7), 2.15 (s, 3H, CH_3COO), 2.31 (s, 3H, CH_3CO), 2.85-2.88 (m, 2H, CH_2 -3), 3.99 (s, 2H, CH_2 -10), 5.02 (m, 1H, CH -4), 5.38 (m, 1H, CH -8) ppm. $\text{C}_{20}\text{H}_{32}\text{O}_6$ (368.46, 368.22), MS (CI): m/z (%) = 369 (6) $[\text{M}+\text{H}]^+$, 329 (6), 311 (26), 295 (100), 271 (11), 253 (24), 235 (14), 203 (10), 169 (9), 135 (10); HRMS: ber. (MH^+) 369.2277, gef. 369.2288.

25

30 B4)

Z-(9S)-2-Acetoxy-2-acetyl-5,9-dimethyl-10-hydroxy-deca-4-en-säure-tert-butylester

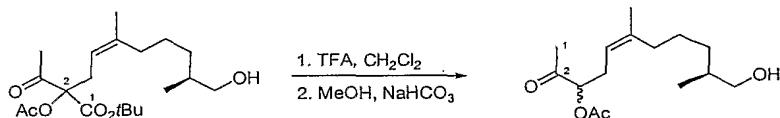
35



B3 (7.94 g, 21.6 mmol) wird in einer Mischung aus absolutem Methanol (15.0 mL) und Wasser (750 μ L) gelöst. Die Mischung wird entgast und Ru(*S*-BINAP)(OAc)₂ (185 mg, 1 mol%) zugefügt. Die Reaktionsmischung wird in einen 5 Autoklaven mit Rührer überführt, 5 mal mit Wasserstoff gespült und die Apparatur für 22 h unter Rühren unter einen Wasserstoffdruck von 100 bar gesetzt. Der Überdruck wird entfernt und das Gemisch im Vakuum eingeengt. Das erhaltene braune Öl wird mittels Flashchromatographie (PE 10 : EE 2:1) gereinigt.

¹H-NMR (250 MHz, CDCl₃): δ = 0.91 (d, 3H, J = 6.4 Hz, 9-CH₃), 1.45 (s, 9H, C(CH₃)₃), 1.68 (s, 3H, 5-CH₃), 1.0 – 2.06 (m, 7H, CH₂-6,7,8, CH-9), 2.15 (s, 3H, CH₃COO), 2.31 (s, 3H, CH₃CO), 2.84 – 2.88 (m, 2H, CH₂-3), 3.41 (dd, AB, J_1 = 10.5 Hz, J_2 = 6.3 Hz, 1H, CH₂-10), 3.49 (dd, AB, J_1 = 10.5 Hz, J_2 = 5.9 Hz, 1H, CH₂-10), 5.00 (t, 1H, CH-4) ppm. C₂₀H₃₄O₆ (370.48, 370.24), MS (CI): m/z (%) = 369 (6) [M+H]⁺; HRMS: ber. (MH⁺) 371.2433, gef. 20 371.2420

B5)
25 *Z*-(10*S*)-3-Acetoxy-11-hydroxy-6,10-dimethyl-5-undecen-2-on

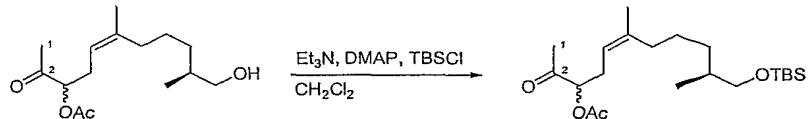


B4 (1.03 g, 2.79 mmol) wird in CH₂Cl₂ (28 mL) gelöst und 30 TFA (2.80 mL) zugefügt. Nach 2-stündigem Rühren wird die Mischung im Vakuum eingeengt und das erhaltene Öl in Methanol (28 mL) aufgenommen. Es wird NaHCO₃ (5.6 mL) zugefügt und die Suspension für 140 min bei RT gerührt. Verdünnen mit Et₂O (200 mL), Waschen mit Wasser (2 x 35 50 mL), brine (50 mL), Trocknen über Na₂SO₄ und Einengen im Vakuum ergeben das Rohprodukt. Es wird durch Säulenchromatographie (PE : EE 3:2) gereinigt.

5 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ = 0.92 (d, 3H, J = 6.6 Hz, 10-CH₃), 1.00 – 1.20 (m, 1H), 1.30 – 1.50 (m, 3H), 1.60 (m, 1H), 1.70 (s, 3H, CH₃-6), 2.01 (m, 2H), 2.14, 2.16 (2 x s, 6H, CH₃-1, CH₃COO) 2.48 (m, 2H, CH₂-4), 3.46 (m, 2H, CH₂-11), 4.98 (m, 1H, CH₃-3), 5.11 (m, 1H, CH₃-5) ppm. $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}_4$ (270.36, 270.18), MS (ESI-MS): m/z (%) = 563.3 (100) [2M+Na]⁺, 293.0 (54) [M+Na]⁺, 271.1 (7) [M+H]⁺

10 B6)

Z-(10S)-3-Acetoxy-11-tert-butyldimethylsilyloxy-6,10-dimethyl-5-undecen-2-on



15

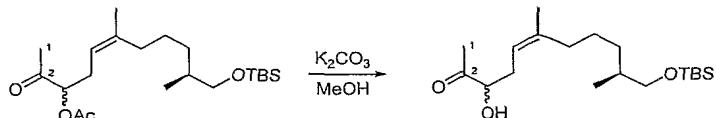
15 B5 (528 mg, 1.95 mmol) wird in absolutem CH_2Cl_2 (10.0 mL) gelöst. Nach erfolgter Zugabe von Triethylamin (541 μl , 3.90 mmol) und DMAP (12 mg, 0.10 mmol) wird die Reaktionsmischung auf 0°C gekühlt und TBDMSCl (368 mg, 2.44 mmol) zugefügt. Es wird über Nacht gerührt und Methanol (460 μl) zugegeben und für weitere 30 min gerührt. Nach dem Entfernen des Lösungsmittels im Vakuum wird der Rückstand durch Flashchromatographie (PE : EE 10:1) gereinigt.

25

1 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ = 0.02 (s, 6H, Si(CH₃)₂), 0.83 (d, 3H, J = 6.4 Hz, 10-CH₃), 0.86 (s, 9H, SiC(CH₃)₃), 0.94–1.07 (m, 1H), 1.20–1.42 (m, 3H), 1.46–1.58 (m, 1H), 1.66 (s, 3H, 6-CH₃), 1.89–2.01 (m, 2H), 2.10, 2.12 (2 x s, 6H, CH₃-1, CH₃COO), 2.38–2.47 (m, 2H, CH₂-4), 3.33 (dd, 1H, J = 9.8 Hz, J = 6.4 Hz, CH₂-11), 3.39 (dd, 1H, J = 10 Hz, J = 6.0 Hz, CH₂-11), 4.94 (t, 1H, J = 6.4 Hz, CH-3), 5.03 – 5.07 (m, 1H, CH-5) ppm. $\text{C}_{21}\text{H}_{40}\text{O}_4\text{Si}$ (384.63, 384.27), MS (CI): m/z (%) = 385 (13) [M+H]⁺, 327 (13), 267 (26), 253 (6), 193 (40), 175 (62), 117 (100). HRMS: ber. (MH⁺) 385.2774, gef. 385.2785

B7)

5 **Z- (10S) -11- (tert-Butyldimethylsilyloxy) -3-hydroxy-6,10-dimethyl-5-undecen-2-on**

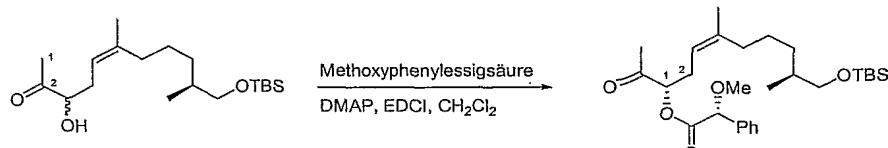


10 B6 (1.94 g, 5.05 mmol) wird in Methanol (20.0 ml) gelöst und eine gesättigte K_2CO_3 -Lösung (400 μ l) zugefügt. Nach 10 minütigem Rühren bei RT wird brine (30 mL) zugegeben und mit Et_2O (5 x 30 mL) extrahiert. Die vereinigten organischen Extrakte werden mit brine (50 mL) gewaschen, über Na_2SO_4 getrocknet und im Vakuum eingeengt. Das 15 erhaltene Rohprodukt wird mittels Flashchromatographie (PE : EE 4:1) gereinigt.

20 1H -NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ = 0.04 (s, 6H, $\cdot Si(CH_3)_2$), 0.86 (d, 3H, $J=6.4$ Hz, 10- CH_3), 0.89 (s, 9H, $SiC(CH_3)_3$), 1.00 – 1.65 (m, 5H, CH_2 -8, 9, CH-10), 1.70 (s, 3H, 6- CH_3), 1.96 – 2.04 (m, 2H, CH_2 -7), 2.19 (s, 3H, CH_3 -1), 2.34 – 2.41, 2.52 – 2.58 (2 x m, 2H, CH_2 -4), 3.30 – 3.44 (m, 2H, CH_2 -11), 4.19 – 4.23 (m, 1H, CH-3), 5.08 – 5.11 (m, 1H, CH-5) ppm. $C_{19}H_{38}O_3Si$ (342.59, 342.26), HRMS: ber. 25 342.2590, gef. 342.2583

B8)

30 **(R) - α -Methoxyphenyllessigsäure-Z- (1S,8S) -1-acetyl-9- (tert-butyldimethylsilyloxy) -4,8-dimethylnon-3-enyl ester**



Zu einer Lösung von B7 (2.41 g, 7.04 mmol), (R)- α -Methoxyphenyllessigsäure (1.28 g, 7.75 mmol) und DMAP

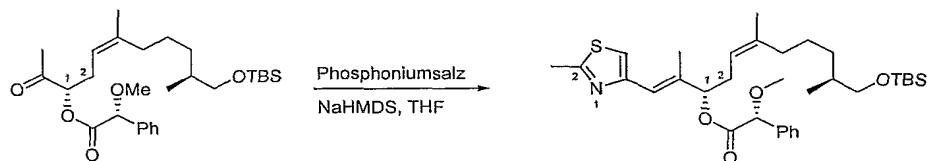
(86 mg, 0.70 mmol) in CH_2Cl_2 (72.0 mL) wird EDCI (2.70 g, 14.09 mmol) zugegeben und die erhaltene Mischung für 2 h bei RT gerührt. Es wird mit Et_2O (250 mL) verdünnt, mit Wasser (2 x 100 mL) und brine (100 mL) gewaschen und die organische Phase über Na_2SO_4 getrocknet. Einengen des Lösungsmittels im Vakuum und anschließende Säulenchromatographie (PE : EE 10:1) ergeben das Produkt.

¹⁰ $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ = 0.01 (s, 6H, $\text{Si}(\text{CH}_3)_2$), 0.83 (d, 3H, $J=6.8$ Hz, 8- CH_3), 0.86 (s, 9H, $\text{SiC}(\text{CH}_3)_3$), 0.92 – 1.62 (m, 5H, CH_2 -6, 7, CH-8), 1.63 (s, 3H, 4- CH_3), 1.76 (s, 3H, CH_3CO), 1.84 – 2.01 (m, 2H, CH_2 -5), 2.34 – 2.50 (m, 2H, CH_2 -2), 3.35 (dd, 1H, $J=9.7$ Hz, $J=6.4$ Hz, CH_2 -9), 3.39 (dd, 1H, $J=9.8$ Hz, $J=6.1$ Hz, CH_2 -9), 3.42 (s, 3H, OCH_3), 4.79 (s, 1H, CHOCH_3), 4.93 – 5.30 (m, 2H, CH-1, 3), 7.35–7.49 (m, 5H, phenyl-CH) ppm. $\text{C}_{28}\text{H}_{46}\text{O}_5\text{Si}$ (490.75, 490.31), HRMS: ber. 490.3115, gef. 490.3107

²⁰ B9)

(R)- α -Methoxyphenylsigsäure-Z-(1*S*,8*S*)-9-(tert-butyldimethylsilyloxy)-4,8-dimethyl-1-[*E*-1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)-vinyl]-non-3-enyl ester

²⁵



³⁰

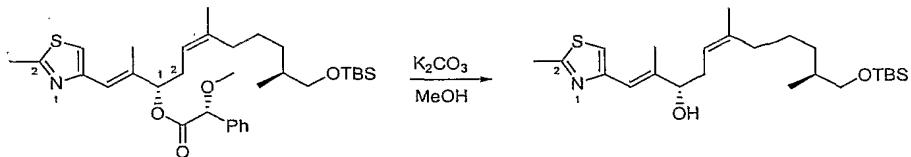
Eine Lösung von Tributyl-(2-methylthiazol-4-ylmethyl)-phosphonium chloride (1.02 g, 2.92 mmol) in abs. THF (19.0 mL) wird auf -78°C gekühlt und es wird tropfenweise NaHMDS (2 M in THF, 1.56 mL, 3.12 mmol) zugegeben. Nach 10 minütigem Rühren, wird eine Lösung von B8 (1.19 g, 2.43 mmol) in abs. THF (8.0 mL) zugefügt und 60 min bei -78°C gerührt.

Das Reaktionsgemisch wird mit NH₄Cl (45 mL) gequencht und mit Et₂O (5 x 25 mL) extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit Wasser (3x30 mL) und brine (1x50 mL) gewaschen über Na₂SO₄ getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum abgezogen. Das Rohprodukt wird mittels Flashchromatographie (PE : EE 5:1) gereingt.

10 ¹H-NMR (300 MHz, CDCl₃): δ = 0.02 (s, 6H, Si(CH₃)₂), 0.84 (d, 3H, J=6.9 Hz, 8-CH₃), 0.89 (s, 9H, SiC(CH₃)₃), 0.95-2.05 (m, 7H), 1.51 (s, 3H, 4-CH₃), 2.05 (s, 3H), 2.29 (t, 2H, J=7.2 Hz, CH₂-2), 2.70 (s, 3H, SCCH₃), 3.30-3.46 (m, 2H, CH₂-9), 3.41 (s, 3H, OCH₃), 4.75-4.80 (m, 1H, CH-1), 4.78 (s, 1H, CHOCH₃), 5.25 (t, 1H, J=6.6 Hz, CH-3), 6.48 (s, 1H), 6.90 (s, 1H), 7.32-7.37 (m, 3H), 7.43-7.46 (m, 2H) ppm. C₃₃H₅₁NO₄Ssi (585.91, 585.33), HRMS: ber. (MH⁺) 586.3390, gef. 586.3381

B10)

20 (1*E*,5*Z*,3*S*,10*S*)-11-(tert-Butyldimethylsilyloxy)-2,6,10-trimethyl-1-(2-methylthiazol-4-yl)-undeca-1,5-dien-3-ol



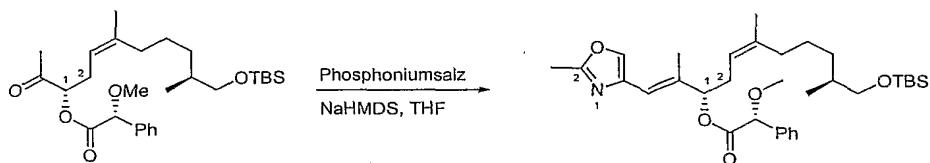
25 Zu einer Lösung von B9 (0.59 g, 1.00 mmol) in Methanol (10.0 mL) wird festes K₂CO₃ (0.28 g, 2.00 mmol) zugegeben und die entstandene Mischung 90 min bei RT gerührt. Das Lösungsmittel wird im Vakuum abgezogen und der Rückstand in Ethylacetat (40 mL) aufgenommen. Es wird mit Wasser (3x10 mL) und brine (10 mL) gewaschen über Na₂SO₄, getrocknet und im Vakuum eingeengt. Das Rohprodukt wird mittels Flashchromatographie (PE : EE 3:1) gereingt.

30 ¹H-NMR (300 MHz, CDCl₃): δ = 0.03 (s, 6H, Si(CH₃)₂), 0.86 (d, J=6.7 Hz, 3H, 10-CH₃), 0.89 (s, 9H, SiC(CH₃)₃), 1.00-1.65 (m, 5H), 1.71 (s, 3H, 6-CH₃), 1.84 (d, 1H, OH), 2.01-2.08 (m, 2H), 2.05 (s, 3H, 2-CH₃), 2.35 (m, 2H, CH₂-4), 2.71 (s, 3H, SCCH₃), 3.35 (dd, J= 9.7 Hz, J=6.5 Hz, 1H, CH₂-11), 3.44 (dd, J=9.7 Hz, J=5.9 Hz, 1H, CH₂-11), 4.13

(m, 1H, CH-3), 5.16 (m, 1H, CH-5), 6.56 (s, 1H, CH-1), 6.94 (s, 1H, CHS) ppm. MS (CI): m/z (%) = 438 (13) [M+H]⁺, 420 (27), 396 (4), 380 (12), 364 (4), 259 (27), 213 (100). C₂₄H₄₃NO₂SSi (437.75, 437.28), HRMS: ber. (M+Na)⁺ 460.268, gef. 460.2676.

B11)

(R)- α -Methoxyphenylessigsäure-Z-(1S,8S)-9-(tert-butyldimethylsilyloxy)-4,8-dimethyl-1-[(1E)-1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)-vinyl]-non-3-enyl ester



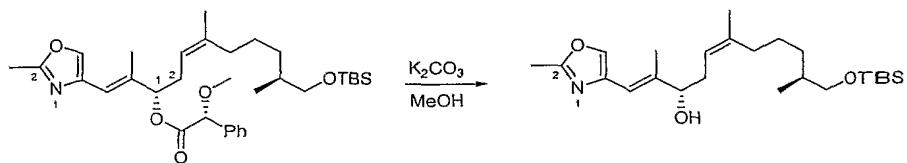
15 Eine Lösung von Tributyl-(2-methyloxazol-4-ylmethyl)-phosphonium bromid (0.43 g, 1.12 mmol) in abs. THF (10 mL) wird auf -78 °C gekühlt und es wird tropfenweise NaHMDS (2 M in THF, 0.64 mL, 1.12 mmol) zugegeben. Nach 10 minütigem Rühren, wird eine Lösung von B8 (0.48 g, 0.97 mmol) in abs. THF (4 mL) zugefügt und 120 min bei -78°C gerührt. Das Reaktionsgemisch wird mit NH₄Cl (10 mL) gequencht und mit Et₂O (5 x 20 mL) extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit Wasser (3x15 mL) und brine (1x20 mL) gewaschen über Na₂SO₄ getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum abgezogen. Das Rohprodukt wird mittels Flashchromatographie (PE : EE 4:1) gereinigt.

30 ¹H-NMR (300 MHz, CDCl₃): δ = 0.03 (s, 6H, Si(CH₃)₂), 0.83 (d, 3H, 8-CH₃), 0.89 (s, 9H, SiC(CH₃)₃), 0.93-1.92 (m, 7H), 1.58 (s, 3H, 4-CH₃), 1.91 (s, 3H), 2.25 (t, 2H, CH₂-2), 2.45 (s, 3H, NCCH₃), 3.32-3.39 (m, 2H, CH₂-9), 3.41 (s, 3H, OCH₃), 4.72 (t, 1H, CH-1), 4.77 (s, 1H), 5.23 (t, 1H, CH-3), 6.23 (s, 1H), 7.26-7.46 (m, 5H), 7.44 (s, 1H) ppm.

B12)

(1*E*,5*Z*,3*S*,10*S*)-11-(*tert*-Butyldimethylsilyloxy)-2,6,10-trimethyl-1-(2-methyloxazol-4-yl)-undeca-1,5-dien-3-ol

5

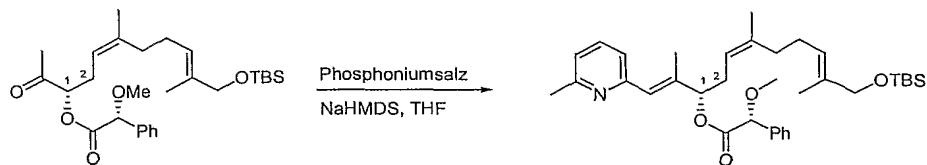


Zu einer Lösung von B9 (0.2 g, 0.35 mmol) in Methanol (10.0 mL) wird festes K_2CO_3 (95 mg) zugegeben und die entstandene Mischung 2.5 h bei RT gerührt. Das Lösungsmittel wird im Vakuum abgezogen und der Rückstand in Ethylacetat (40 mL) aufgenommen. Es wird mit Wasser (3×10 mL) und brine (10 mL) gewaschen über Na_2SO_4 , getrocknet und im Vakuum eingeengt. Das Rohprodukt wird mittels Flashchromatographie (PE : EE 3:1) gereinigt.

1H -NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ = 0.01 (s, 6H, $Si(CH_3)_2$), 0.84 (d, 3H, 10- CH_3), 0.86 (s, 9H, $SiC(CH_3)_3$), 1.29-1.70 (m, 5H), 1.67 (s, 3H, 6- CH_3), 1.89 (s, 3H, 2- CH_3), 1.97-2.01 (m, 2H, CH_2 -7), 2.27-2.31 (m, 2H, CH_2 -4), 2.42 (s, 3H, $NCCH_3$), 3.32 (dd, 1H, CH_2 -11), 3.40 (dd, 1H, CH_2 -11), 4.05-4.13 (m, 1H, CH-3), 5.10 (t, 1H, CH-5), 6.26 (s, 1H, CH-1), 7.44 (s, 1H, OCH) ppm.
 C₂₄H₄₃NO₃Si (421.69, 421.30), HRMS: ber. (M+Na)⁺ 444.2904, gef. 444.2904

B13)

(*R*)- α -Methoxyphenylsuccinic acid- (3*Z*,8*E*,1*S*)-9-(*tert*-butyldimethylsilyloxy)-4,8-dimethyl-1-[(1*E*)-1-methyl-2-(6-methyl-pyridin-2-yl)-vinyl]-non-3,7-dienyl ester

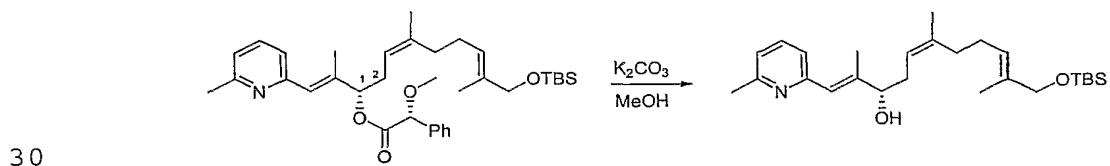


5 Eine Lösung von Tributyl-(6-methylpyridin-2-ylmethyl)-
 phosphonium chlorid (1.3 g, 3.78 mmol) in abs. THF
 (20 mL) wird auf -78 °C gekühlt und es wird tropfenweise
 NaHMDS (2 M in THF, 0.75, 2.04 ml, 4.1 mmol) zugegeben.
 Nach 10 minütigem Rühren, wird eine Lösung von B8 (1.59
 10 g, 3.15 mmol) in abs. THF (5 mL) zugefügt und 3 h bei -
 78°C gerührt. Das Reaktionsgemisch wird mit NH₄Cl (50 mL)
 15 gequencht und mit Et₂O (5 x 30 mL) extrahiert. Die
 vereinigten organischen Phasen werden mit Wasser
 (3x20 mL) und brine (1x50 mL) gewaschen über Na₂SO₄
 getrocknet und das Lösungsmittel im Vakuum abgezogen. Das
 Rohprodukt wird mittels Flashchromatographie (PE : EE
 15 8:1) gereinigt.

20 ¹H-NMR (300 MHz, CDCl₃): δ = 0.03 (s, 6H, Si(CH₃)₂), 0.83
 (d, 3H, 8-CH₃), 0.89 (s, 9H, SiC(CH₃)₃), 0.93-1.92 (m,
 7H), 1.58 (s, 3H, 4-CH₃), 1.91 (s, 3H), 2.25 (t, 2H, CH₂-
 2), 2.45 (s, 3H, NCCH₃), 3.32-3.39 (m, 2H, CH₂-9), 3.41
 (s, 3H, OCH₃), 4.72 (t, 1H, CH-1), 4.77 (s, 1H), 5.23 (t,
 1H, CH-3), 6.23 (s, 1H), 6.93 (d, 1H, CH_{Pyrr}), 7.06 (d, 1H,
 CH_{Pyrr}), 7.22-7.58 (m, 6H), ppm.

25 B14)

(1E,5Z,9E,3S)-11-(tert-Butyldimethylsilyloxy)-2,6,10-
 trimethyl-1-(6-methyl-pyridin-2-yl)-undeca-1,5,9-trien-
 3-ol



5 Zu einer Lösung von B9 (0.55 g, 0.96 mmol) in Methanol (12 mL) wird festes K_2CO_3 (0.26 g, 1.91 mmol) zugegeben und die entstandene Mischung 2.5 h bei RT gerührt. Das Lösungsmittel wird im Vakuum abgezogen und der Rückstand in Ethylacetat (40 mL) aufgenommen. Es wird mit Wasser (3×10 mL) und brine (10 mL) gewaschen über Na_2SO_4 , getrocknet und im Vakuum eingeengt. Das Rohprodukt wird mittels Flashchromatographie (PE : EE 2.5:1) gereinigt.

10

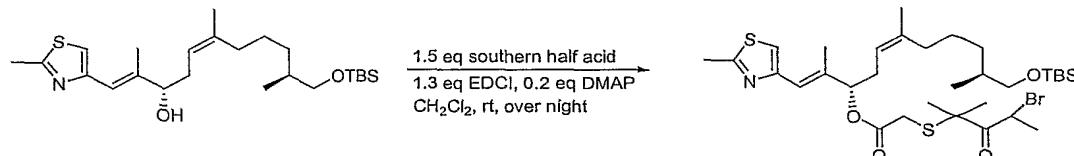
15 1H -NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ = 0.06 (s, 6H, $Si(CH_3)_2$), 0.90 (s, 9H, $SiC(CH_3)_3$), 1.46-2.18 (m, 4H), 1.61 (s, 3H, 10- CH_3), 1.75 (s, 3H, 6- CH_3), 2.05 (s, 3H, 2- CH_3), 2.36-2.40 (m, 2H, CH_2 -4), 2.56 (s, 3H, $NCCH_3$), 4.01 (s, 2H, CH_2 -11), 4.17 (t, 1H, CH -3), 5.22 (t, 1H, CH -5), 5.40 (t, 1H, CH -9), 6.59 (s, 1H, CH -1), 6.97 (d, 1H, CH -5_{Pyr}), 7.07 (d, 1H, CH -3_{Pyr}), 7.54 (d, 1H, CH -4_{Pyr})
 $C_{26}H_{43}NO_2Si$ (429.31, 429.71), HRMS: ber, $(M+H)^+$ 430.3163
 gef. 430.3130

20

C (kombinatorische Verknüpfungen von A-B)

C1)

25 (3-Bromo-1,1-dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäure-
 (3Z,1S,8S)-9-(tert-butyl-dimethyl-silyloxy)-4,8-dimethyl-
 1-[E-1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)-vinyl]-non-3-
 enylester



30

(3-Bromo-1,1-dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)essigsäure (A5) (0.1 g, 0.37 mmol), (1E,5Z,3S, 10S)-11-(*tert*-Butyldimethylsilyloxy)-2,6,10-trimethyl-1-(2-methylthiazol-4-yl)-undeca-1,5-dien-3-ol (B10) (0.11 g, 0.25 mmol) und DMAP (6 mg, 0.049 mmol) werden in CH_2Cl_2 (4 mL) gelöst und die Lösung auf 0°C gekühlt. Es wird EDCI (0.06 g, 0.32 mmol) zugefügt und nach 10 minütigem Rühren wird das Eisbad entfernt und die Mischung über Nacht bei RT weiter gerührt. Verdünnen mit Et_2O (100 mL), waschen mit halbkonzentrierter NaCl -Lösung (40 mL) and brine (40 mL), Trocknen über Na_2SO_4 , und Entfernen des Lösungsmittels im Vakuum ergeben das Rohprodukt. Es wird mittels Flashchromatographie (PE : EE 5:1) gereinigt.

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ = -0.08 (s, 6H, $\text{Si}(\text{CH}_3)_2$), 0.83 (d, $J=6.4$ Hz, 3H), 0.86 (s, 9H, $\text{SiC}(\text{CH}_3)_3$), 0.94 - 1.58 (m, 5H), 1.44 (s, 3H, $\text{C}(\text{CH}_3)_2$), 1.60 (s, 3H, $\text{C}(\text{CH}_3)_2$), 1.63 (s, 3H), 1.74* (2 x d, 3H, $J=6.6$ Hz, CHBrCH_3), 1.96 (t, 2H), 2.03 (s, 3H), 2.29 - 2.47 (m, 2H), 2.67 (s, 3H, SCCH_3), 2.99 (d, 1H, $J=15.4$ Hz, SCH_2), 3.11, 3.12* (2 x d, 1H, $J=15.4$ Hz, SCH_2), 3.32 (d, 1H, $J=6.6$ Hz, $J=9.7$ Hz CH_2O), 3.40 (d, 1H, $J=6.6$ Hz, $J=9.7$ Hz CH_2O), 5.00 (t, 1H), 5.06 (2 x q, 1H, CHBr), 5.13 - 5.24 (m, 1H, OCH), 6.46 (s, 1H), 6.92, 6.93* (2 x s, 1H, CHS) ppm. (*zweites Diastereomer)

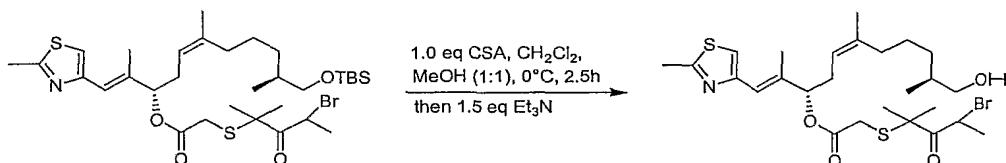
$\text{C}_{32}\text{H}_{54}\text{BrNO}_4\text{S}_2\text{Si}$ (688.89, 687.24), MS (CI): m/z (%) = 802 (0.9) $[\text{M}+\text{H}]^+$, 800 (0.6) $[\text{M}+\text{H}]^+$, 420 (75), 168 (100). HRMS: ber. ($\text{M}+\text{Na}$) 824.3557, gef. 824.3568

30

C2)

(3-Bromo-1,1-dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäure-(3Z,1S,8S)-9-hydroxy-4,8-dimethyl-1-[E-1-methyl-2-(2-methyl-thiazol-4-yl)-vinyl]-non-3-enyl ester

35

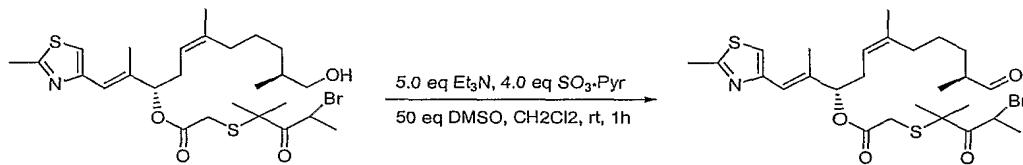


(137 mg, 0.19 mmol) wird in einer 1:1 Mischung aus CH_2Cl_2 und MeOH (5 mL) gelöst und bei 0°C wird CSA (46 mg, 0.19 mmol) zugefügt. Die Reaktionsmischung wird 2.5 h bei 0°C gerührt und anschließend wird Triethylamin (42 μl , 0.29 mmol) zugegeben. Die Lösungsmittel werden im Vakuum abgezogen und das erhaltene Öl durch Flashchromatographie (PE : EE 2:1) gereinigt.

¹H-NMR (400 MHz, CDCl_3): δ = 0.90 (d, $J=6.4$ Hz, 3H, CHCH_3), 0.83 – 1.61 (m, 5H), 1.46 (s, 3H, $\text{C}(\text{CH}_3)_2$), 1.62 (s, 3H, $\text{C}(\text{CH}_3)_2$), 1.66 (s, 3H), 1.76* (2 x d, 3H, $J=6.0$ Hz, CHBrCH_3), 2.00 (t, 2H, $J=6.0$ Hz), 2.05 (s, 3H), 2.09 – 2.24 (bs, 1H, OH), 2.30 – 2.54 (m, 2H), 2.69 (s, 3H, SCCH_3), 3.02 (d, 1H, $J=14.8$ Hz, SCH_2), 3.12, 3.16* (2 x d, 1H, $J=6.0$ Hz, SCH_2), 3.41 (d, 1H, $J=6.2$ Hz, $J=10.6$ Hz CH_2O), 3.47 (d, 1H, $J=6.2$ Hz, $J=10.6$ Hz CH_2O), 5.04 (t, 1H), 5.08* (2 x q, 1H, CHBr), 5.17 – 5.25 (m, 1H, OCH), 6.46 (s, 1H), 6.92, 6.93* (2 x s, 1H, CHS) ppm. (*zweites Diastereomer) HRMS: ber. (M+Na) 596.1478, gef. 596.1474

C3)

(3-Bromo-1,1-dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäure-(3Z,1S,8S)-4,8-dimethyl-1-[E-1-methyl-2-(2-methyl-thiazol-4-yl)-vinyl]-9-oxo-non-3-enylester



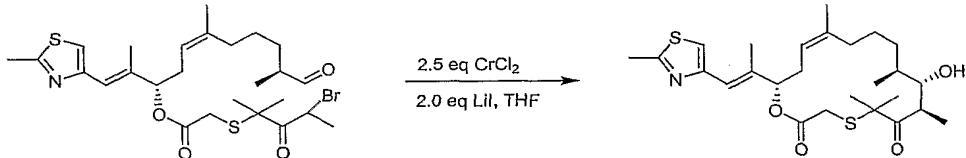
C2 (97 mg, 0.17 mmol) wird mit Triethylamin (85 mg, 0.84 mmol) und DMSO (0.66 g, 0.6 ml, 8.43 mmol) in CH_2Cl_2 (5 ml) gelöst. Bei 0°C wird SO_3 -Pyridin-Komplex (107 mg, 0.67 mmol) zugegeben und die Mischung unter Argon 20 min bei 0°C und weitere 30 min bei RT gerührt. Es wird mit Et_2O (100 ml) verdünnt, mit H_2O (2 x 20 ml) und brine (2 x 20 ml) gewaschen, über Na_2SO_4 getrocknet und im Vakuum eingeengt. Das Rohprodukt wird mittels Flashchromatographie (PE : EE 4:1) gereinigt.

5 $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3): δ = 1.02 (d, 3H), 1.20-1.65 (m, 7H), 1.40 (s, 3H, CH_3), 1.56 (s, 3H, CH_3), 1.59 (s, 3H, CH_3), 1.93-1.98 (m, 2H), 2.00 (s, 3H, CH_3), 2.22-2.46 (m, 2H), 2.63 (s, 3H, SCCH_3), 2.94-3.11 (m, 2H, SCH_2), 4.99-5.03 (m, 2H), 5.13-5.17 (m, 1H), 6.42 (s, 1H), 6.90 (s, 1H, CHS), 9.54 (s, 1H) ppm. HRMS: ber. ($\text{M}+\text{Na}$) 594.1318, gef. 594.1329

C4)

10 $(7R,8R,9S,13Z)$ -8-Hydroxy-5,5,7,9,13-pentamethyl-16-[(1E)-1-methyl-2-(2-methyl-thiazol-4-yl)-vinyl]-1-oxa-4-thia-cyclohexadec-13-en-2,6-dion

15



20 Eine Lösung von C3 (97 mg, 0.17 mmol) in THF (10 ml) wird mittels Spritzenpumpe zu einer Suspension von CrCl_2 (52 mg, 0.42 mmol) und LiI (45 mg, 0.34 mmol) in THF (15 ml) über einen Zeitraum von 80 min zugetropft. Nach erfolgter Zugabe wird noch weiter 30 min nachgerührt und anschließend mit NH_4Cl (10 ml) gequencht. Es wird mit Et_2O (3 x 20 ml) extrahiert, mit Wasser (20 ml) und brine (20 ml) gewaschen und über Na_2SO_4 getrocknet. Das Lösungsmittel wird im Vakuum abgezogen und das erhaltenen Öl durch Flash-chromatographie (PE : EE 2:1) gereinigt.

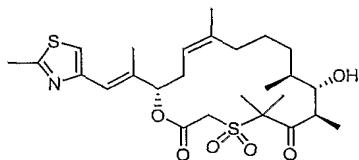
30 $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, CDCl_3): δ = 1.01 (d, 3H, 9- CH_3), 1.17 (d, 3H, 7- CH_3), 1.25-1.81 (m, 7H), 1.42, 1.69 (2 x s, 6H, 5- $(\text{CH}_3)_2$), 2.11 (s, 3H, 1'- CH_3), 2.04-2.19 (m, 2H, 15- CH_2), 2.31-2.37 (m, 1H, CH-9), 2.70 (s, 3H, NCCCH_3), 3.11, 3.25 (2 x d, 2H, CH_2 -3), 3.41-3.46 (m, 1H, CH-7), 3.77-3.79 (m, 1H, CH-8), 5.12 (dd, 1H, CH-14), 5.18 (dd, 1H, CH-16), 6.54 (s, 1H), 7.26 (s, 1H, CHS) ppm.

35 $\text{C}_{26}\text{H}_{39}\text{NO}_4\text{S}_2$ (493.72, 493.23), HRMS: ber. ($\text{M}+\text{Na}$)⁺ 516.2212, gef. 516.2212

C5)

(7*R*,8*R*,9*S*,13*Z*)-8-Hydroxy-5,5,7,9,13-pentamethyl-16-[(1*E*)-1-methyl-2-(2-methyl-thiazol-4-yl)-vinyl]-4,4-dioxo-1-oxa-4-thia-cyclohexadec-13-en-2,6-dion

5



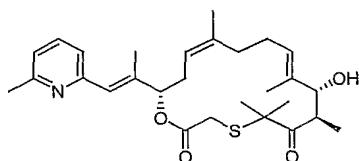
10 C5 wurde auf dem selben Weg wie C4 (Schritte C1 - C3 und Makrozyklisierung C4) hergestellt, jedoch ausgehend vom Südhälftenbaustein A6.

15 ¹H-NMR (500 MHz, CDCl₃): δ = 0.99 (d, 3H, 9-CH₃), 1.21 (d, 3H, 7-CH₃), 1.27-1.88 (m, 7H), 1.57, 1.59 (2 x s, 6H, 5-(CH₃)₂), 1.83 (s, 3H, 13-CH₃), 2.10-2.41 (m, 3H, CH₂-15, CH-9), 2.13 (s, 3H, 1'-CH₃), 2.77 (s, 3H, NCCH₃), 3.56-3.58 (m, 1H, CH-7), 3.73-3.76 (m, 1H, CH-8), 3.88-3.98 (2 x d, 2H, CH₂-3), 5.00-5.06 (m, 1H, CH-14), 5.12-5.18 (m, 1H, CH-16), 6.62 (s, 1H), 7.02-7.05 (s, 1H, CHS) ppm.

20 C₂₆H₃₉NO₆S₂ (525.72, 525.22), HRMS: ber. (M+Na)⁺ 548.2108, gef. 548.2108

C6)

(7*R*,8*R*,9*E*,13*Z*)-8-Hydroxy-5,5,7,9,13-pentamethyl-16-[(1*E*)-1-methyl-2-(6-methyl-pyridin-2-yl)-vinyl]-1-oxa-4-thia-cyclohexadec-9,13-dien-2,6-dion



C6 wurde auf dem selben Weg wie C4 (Schritte C1 - C3 und Makrozyklisierung C4) hergestellt, jedoch ausgehend vom Nordhälftenbaustein B14.

5

$C_{28}H_{39}NO_4S$ (485.68, 485.26), HRMS: ber. $(M+H)^+$ 486.2671, gef. 486.26668

C7)

10 Oxidation von 3-Thia-Epothilon D (3-Thiaepothilon B oxide mix, u.a. 3-Thiaepothilon B, -sulfoxid, -sulfon)

15 0,5 mg 3-Thiaepothilon D wurde mit einem Überschuß einer Dimethyldioxiran-Lösung (ca. 1% in Aceton) behandelt bis alles Edukt umgesetzt war. Nach MS-Messung wird das Lösemittel im Vakuum abgezogen.

$C_{26}H_{39}NO_5S_2$ (509.7), MS: ber. $(M+H)^+$ m/z = 510, gef. 510

20 D)

Biologische Daten (Beispiele)

Proliferationsassay GI50: Saure Phosphatasē,
Inkubationszeit 5 Tage, IC-50 (μM)
(Anal. Biochem. 241 (1996) 103)

25

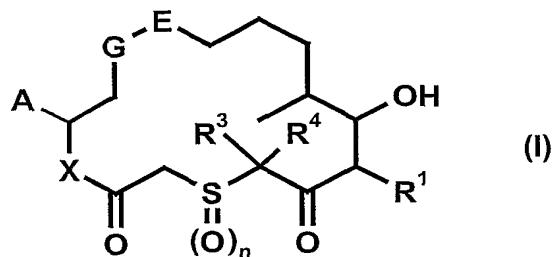
Derivat	Batch/Kommentar	MCF7 (Brustkrebs)	L 929 Mausfibroblasten	A 549 Lungenkrebs
MC54690 (C4)	3-Thia- epothilon	0,045	0,274	0,009
MC54774 (C7)	3-Thia-epo D (oxidiert)	0,073	0,051	0,008
MC54849	D5-TYP ...	0,531*	-	-
MC54847	... 6,7- Diastereomer	> 10*	-	-
MC54848	... 6,7- Diastereomer	> 10*	-	-
MC-C5	3-Sulfon-Epo D	> 10		
Taxol	Referenz	0,003	0,270	0,006

* Inkubation 4 Tage.

Patentansprüche

1. Verbindungen der allgemeinen Formel (I) :

5



worin

10 A ein Heteroalkyl-, ein Heterocycloalkyl-, ein Heteroalkylcycloalkyl-, ein Heteroaryl- oder ein Heteroarylalkylrest ist,

G-E aus folgenden Gruppen ausgewählt ist,



15 oder Teil eines gegebenenfalls substituierten Cyclopropylrings ist, wobei die Methylgruppe auch durch eine andere Alkylgruppe ersetzt sein kann,

n gleich 0, 1 oder 2 ist,

20 R¹ Wasserstoff, eine C₁-C₄-Alkyl- oder eine C₃-C₄-Cycloalkylgruppe ist,

25 X ein Sauerstoffatom oder eine Gruppe der Formel NR² ist, wobei R² ein Wasserstoffatom, OH, NH₂, NH(Alkyl), N(Alkyl)₂, ein Alkyl-, Alkenyl-, Alkinyl-,

Heteroalkyl-, Aryl-, Heteroaryl-, Cycloalkyl-,
 Alkylcycloalkyl-, Heteroalkylcycloalkyl-,
 Heterocyclo-alkyl-, Aralkyl- oder ein
 Heteroaralkylrest ist und

5

R^3 und R^4 unabhängig voneinander ein Wasserstoffatom, eine C_1 - C_4 -Alkylgruppe oder zusammen Teil einer Cycloalkylgruppe mit 3 oder 4 Ringatomen sind,

10

wobei die oben genannten Gruppen nichtsubstituiert oder substituiert sein können,

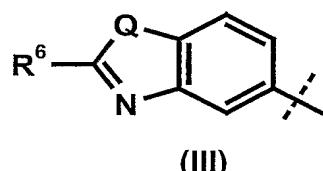
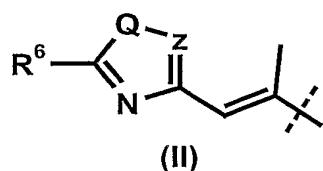
15

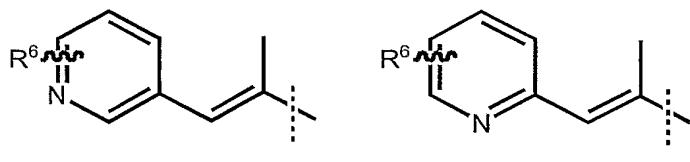
oder ein pharmakologisch akzeptables Salz, Solvat, Hydrat oder eine pharmakologisch akzeptable Formulierung derselben.

20

2. Verbindungen nach Anspruch 1, wobei A eine Gruppe der Formel $-C(CH_3)=CHR^5$, $-C(C_2H_5)=CHR^5$, $-C(Cl)=CHR^5$ oder $-CH=CHR^5$ ist, wobei R^5 ein Heteroaryl- oder ein Heteroaryalkylrest ist.

3. Verbindungen nach Anspruch 1, wobei A die allgemeine Formel (II) bis (V), bevorzugt (II) oder (III) aufweist:





worin

Q ein Schwefelatom, ein Sauerstoffatom oder eine Gruppe der Formel NR^7 ist, wobei R^7 ein Wasserstoffatom, eine C_1 - C_4 -Alkylgruppe oder eine C_1 - C_4 -Heteroalkylgruppe ist, z ein Stickstoffatom oder eine CH-Gruppe ist und R^6 eine Gruppe der Formel OR^8 oder NHR^8 , eine Alkyl-, Alkenyl-, Alkinyl- oder eine Heteroalkylgruppe ist, wobei R^8 ein Wasserstoffatom, eine C_1 - C_4 -Alkylgruppe oder eine C_1 - C_4 -Heteroalkylgruppe ist.

15 4. Verbindungen nach Anspruch 3, wobei z eine CH-Gruppe ist.

20 5. Verbindungen nach Anspruch 3 oder 4, wobei Q ein Schwefelatom oder ein Sauerstoffatom ist.

25 6. Verbindungen nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei R⁶ eine Gruppe der Formel CH₃, CH₂OH oder CH₂NH₂ ist.

7. Verbindungen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei X ein Sauerstoffatom ist.

25 8. Verbindungen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei R¹ eine Methylgruppe ist.

9. Verbindungen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei R³ und R⁴ Methylgruppen sind.

10. (1,1-Dialkyl-2-oxo-butylsulfanyl)-essigsäure und
deren Derivate als Bausteine zur Synthese von
Verbindungen (I). Derivate sind Verbindungen mit
5 Variationen analog zum C1-C6-Baustein des 3-
Thiaepothilons (I), besonders Sulfoxide, Sulfon,
Ester, Amide, 3-Haloderivate, besonders bevorzugt
(3-Bromo-1,1-dimethyl-2-oxo-butylsulfanyl)-
essigsäure ester von Methanol und Ethanol, und deren
10 Sulfoxide.

11. Pharmazeutische Zusammensetzung, die eine Verbindung
nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und fakultativ
Trägerstoffe und/oder Adjuvanzien enthalten.

15 12. Verwendung einer Verbindung oder einer pharmazeutischen Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Behandlung von Krebserkrankungen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/013451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C07D417/06 C07D411/06 C07C259/00 A61K31/41 A61K31/435

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C07D C07C A61K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 41 38 042 A1 (GESELLSCHAFT FUER BIOTECHNOLOGISCHE FORSCHUNG MBH, 3300 BRAUNSCHWEIG,) 27 May 1993 (1993-05-27) cited in the application the whole document -----	1-9,11, 12
A	WO 03/078411 A (BRISTOL-MYERS SQUIBB COMPANY; REGUEIRO-REN, ALICIA; KIM, SOONG-HOON) 25 September 2003 (2003-09-25) the whole document -----	1-9,11, 12
A	DE 198 20 599 A1 (GESELLSCHAFT FUER BIOTECHNOLOGISCHE FORSCHUNG MBH) 11 November 1999 (1999-11-11) the whole document ----- -/-	1-9,11, 12

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 March 2005

Date of mailing of the international search report

18/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fritz, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/013451

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	TERASAWA ET AL.: "Reaction of Mixed Carboxylic Anhydrides with Grignard Reagents" TETRAHEDRON, vol. 33, 1977, pages 595-598, XP002318906 Verbindung 7b -----	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/013451

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
DE 4138042	A1 27-05-1993	AU WO	2943792 A 9310121 A1		15-06-1993 27-05-1993
WO 03078411	A 25-09-2003	AU EP WO US	2003218110 A1 1483251 A1 03078411 A1 2003191089 A1		29-09-2003 08-12-2004 25-09-2003 09-10-2003
DE 19820599	A1 11-11-1999	AT AU AU CA DE WO EP ES HU JP TW US	234842 T 754212 B2 4361199 A 2330812 A1 59904632 D1 9958534 A2 1077980 A2 2195577 T3 0102283 A2 2002514649 T 568910 B 2004259922 A1		15-04-2003 07-11-2002 29-11-1999 18-11-1999 24-04-2003 18-11-1999 28-02-2001 01-12-2003 28-10-2001 21-05-2002 01-01-2004 23-12-2004

INTERNATIONAHLER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/013451

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C07D417/06 C07D411/06 C07C259/00 A61K31/41 A61K31/435

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C07D C07C A61K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 41 38 042 A1 (GESELLSCHAFT FUER BIOTECHNOLOGISCHE FORSCHUNG MBH, 3300 BRAUNSCHWEIG,) 27. Mai 1993 (1993-05-27) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-9,11, 12
A	WO 03/078411 A (BRISTOL-MYERS SQUIBB COMPANY; REGUEIRO-REN, ALICIA; KIM, SOONG-HOON) 25. September 2003 (2003-09-25) das ganze Dokument	1-9,11, 12
A	DE 198 20 599 A1 (GESELLSCHAFT FUER BIOTECHNOLOGISCHE FORSCHUNG MBH) 11. November 1999 (1999-11-11) das ganze Dokument	1-9,11, 12

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

2. März 2005

18/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fritz, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013451

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	TERASAWA ET AL.: "Reaction of Mixed Carboxylic Anhydrides with Grignard Reagents" TETRAHEDRON, Bd. 33, 1977, Seiten 595-598, XP002318906 Verbindung 7b -----	10

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013451

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4138042	A1	27-05-1993	AU WO	2943792 A 9310121 A1		15-06-1993 27-05-1993
WO 03078411	A	25-09-2003	AU EP WO US	2003218110 A1 1483251 A1 03078411 A1 2003191089 A1		29-09-2003 08-12-2004 25-09-2003 09-10-2003
DE 19820599	A1	11-11-1999	AT AU AU CA DE WO EP ES HU JP TW US	234842 T 754212 B2 4361199 A 2330812 A1 59904632 D1 9958534 A2 1077980 A2 2195577 T3 0102283 A2 2002514649 T 568910 B 2004259922 A1		15-04-2003 07-11-2002 29-11-1999 18-11-1999 24-04-2003 18-11-1999 28-02-2001 01-12-2003 28-10-2001 21-05-2002 01-01-2004 23-12-2004